UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1936-1937. — N° 282

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MÉTHODES DE MESURE DE LA VITESSE DE SÉDIMENTATION DES HÉMATIES

COMPARAISON DE QUELQUES MÉTHODES

VITESSE DE SÉDIMENTATION DU SANG CONSERVÉ

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ

Mention "PHARMACIE"

présentée et soutenue publiquement le mercredi 28 juillet 1937

PAR

Lucie-Marguerite-Odette ITEY

Née à Sainte-Radegonde (Gironde), le 10 décembre 1912

Examinateurs de la Thèse :

MM. C. SIGALAS, professeur ..... *Président.*

MANDOUL, professeur .....

JEANNENEY, professeur ..... *Juges.*

WANGERMEZ, agrégé .....

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS
6, place Saint-Christoly

1937

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1936-1937. — N° 282

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MÉTHODES DE MESURE DE LA VITESSE DE SÉDIMENTATION DES HÉMATIES

COMPARAISON DE QUELQUES MÉTHODES

VITESSE DE SÉDIMENTATION DU SANG CONSERVÉ

THÈSE POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ

Mention "PHARMACIE"

présentée et soutenue publiquement le mercredi 28 juillet 1937

PAR

Lucie-Marguerite-Odette ITEY

Née à Sainte-Radegonde (Gironde), le 10 décembre 1912

Examinateurs de la Thèse :

MM. C. SIGALAS, professeur ..... *Président.*

MANDOUL, professeur .....

JEANNENEY, professeur ..... *Juges.*

WANGERMEZ, agrégé .....

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS

6, place Saint-Christoly

1937

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESSEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. POUSSON, MOURE, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE, CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON.

PROFESSEURS :

	MM.		MM.
Clinique médicale	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
id.	DUPÉRIÉ.	Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale	BÉGOUIN.	Clinique ophtalmologique	TEULIÈRES
Clinique chirurgicale et gynécologique	GUYOT.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants	CRUCHET.
Clinique d'accouchements	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale	N.
Anatomie pathol. et microscopie clinique	SABRAZÈS.	Physique médicale et pharmaceutique	C. SIGALAS
Anatomie	VILLEMIN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques	BONNIN.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires	DUVERGEY
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Chimie	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	LABAT.
Botanique et matière médicale	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie	CREYX.
Pharmacie	DUPOUY.	Clinique odonto-stomatolo ique	DUBECQ.

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale). R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie	N.	Chirurgie générale	MASSÉ.
id.	DUFOUR.	id.	DARGET.
Physiologie	FABRE.	Obstétrique	RIVIÈRE.
Médecine générale	PIÉCHAUD.	Ophtalmologie	BEAUVIEUX.
id.	DELMAS-MARSALET.	Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
id.	DE GRAILLY.	Dermatologie et syphiligraphie	JOULIA.
id.	FONTAN.	Physique médicale	WANGERMEZ.
id.	BROUSTET.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie	VITTE
id.	DERVILLÉE.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Physiologie	FABRE.	Physique médicale et pharmaceut que	WANGERMEZ
Médecine opératoire	PAPIN.	Médecine légale	DERVILLÉE.
Accouchements	RIVIÈRE.	Urologie	DARGET.
Pathologie médicale	DELMAS-MARSALET.	Botanique	GIRARD.
Puériculture	FAUGÈRE.	Bactériologie	MOUREAU.
Pharmacie chimique	VITTE.	Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.		

Ophtalmologie ..... MM. CABANNES (en congé).

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MA GRAND-MERE

A MES PARENTS

A MA SOEUR

A MES MAITRES DE LA FACULTE

A MON JURY DE THESE

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

Doyen honoraire de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Professeur de Physique médicale et pharmaceutique,
Membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique,
et du Conseil supérieur de l'Assistance publique,
Correspondant national de l'Académie de Médecine,
Commandeur de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536509_0049

AVANT-PROPOS

Avant d'aborder notre sujet, nous voudrions témoigner notre reconnaissance aux Maîtres qui ont fait notre éducation scientifique et pharmaceutique, à tous ceux qui nous ont guidée de leurs conseils.

Nous n'oublierons jamais avec quelle bonté toute paternelle M. le Doyen C. Sigalas nous a fait le grand honneur de nous ouvrir les portes de son laboratoire dès notre première année de scolarité.

Pendant quatre ans, nous avons largement profité de son enseignement.

C'est lui qui nous a donné le sujet de cette étude, et, pendant deux ans encore, ses conseils éclairés et sa bienveillante indulgence ont été pour nous de précieux encouragements.

Qu'il nous permette de lui exprimer ici toute notre vénération et notre respectueuse gratitude.

Nous ne saurions oublier dans notre dette de reconnaissance : M. le Professeur Jeanneney et M. le Docteur Servantie, qui ont bien voulu nous aider dans la dernière partie de notre travail; M. le Docteur Conte, médecin principal du Dispensaire de la Compagnie des Chemins de fer du P. O.-Midi, et M. le Docteur Peyrot, chef du Service de prophylaxie, qui nous ont toujours très aimablement accueillie et qui nous ont permis d'examiner de nombreux sangs de leurs malades.

Nous remercions aussi vivement M. Basset, pharmacien des Hôpitaux, chef du Laboratoire de physique pharmaceutique, et M. le Docteur Castebert, assistant au Laboratoire de physique biologique, qui nous ont fait profiter de leur science et de leur expérience.

PLAN

I. — Introduction.

Importance de cette méthode. Nombreuses techniques, d'où nécessité de les uniformiser.

II. — Description du phénomène.

Anticoagulants employés.

III. — Historique.

IV. — Variations de V. S. G.

Facteurs :

globulaires;

plasmatiques.

Variations :

physiologiques;

pathologiques

V. — Considérations théoriques.

VI. — Les méthodes.

In vivo.

In vitro :

par ponction veineuse;

par piqûre au lobule de l'oreille ou au doigt;

par centrifugation.

VII. — Résultats expérimentaux.

VIII. — Sédimentation du sang conservé.

Conclusion.

Bibliographie.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

MÉTHODES DE MESURE DE LA VITESSE

DE SÉDIMENTATION DES HÉMATIES

COMPARAISON DE QUELQUES MÉTHODES

VITESSE DE SÉDIMENTATION DU SANG CONSERVÉ

I

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, la mesure de la vitesse de sédimentation globulaire a été beaucoup étudiée. On a vu que ses variations sont un signe de modifications soit physiologiques (Farheus), soit pathologiques de l'organisme.

Une accélération importante de la sédimentation globulaire est une preuve certaine de l'existence d'une maladie organique (Jacques Forestier).

Elle ne reflète que l'intégrité ou l'atteinte de l'équilibre colloïdal du milieu interne.

L'accélération de la vitesse de sédimentation globulaire a été mise en évidence dans de nombreux cas : femmes enceintes (Farheus), tuberculose (Fourcade), pneumonie (Stillmunkes et Costes), maladies infectieuses (Jaffry), chez les typhiques et paratyphiques (Sabrazès, Pauzat, et Jaffry), syphilis

(Gaté et Chevat), cancer (Dr Weil) rhumatisme chronique (Forestier et Gerbay), chez les hypertendus (Carrière), dans les affections cardio-vasculaires (Wassillesco, de Bucarest).

Néanmoins elle est très importante.

En urologie, René Bouchard-Potocki pense qu'elle peut être mise à profit pour dépister les tuberculoses masquées de l'appareil urinaire et génital chez les malades où l'examen des urines ne permet pas de mettre en évidence le bacille de Koch, car l'accélération globulaire est constante dans tous les cas de tuberculose urinaire ou génitale. Dans les autres affections de l'appareil génito-urinaire, la vitesse de sédimentation est nettement moins rapide.

Cutler est extrêmement satisfait des résultats obtenus tant au point de vue diagnostic que pronostic dans les états pathologiques caractérisés par des modifications de la stabilité du sang.

L'accélération de la vitesse de sédimentation indique la présence d'un état sérieux souvent avant même que cet état puisse être identifié par les méthodes cliniques ou de laboratoire usuelles. Elle indique l'intensité de l'affection et permet ainsi de compléter qualitativement le diagnostic. De plus, la vitesse de sédimentation n'est pas influencée par les facteurs psychologiques. C'est souvent la seule ou la plus exacte preuve du résultat favorable ou non du traitement.

Dans les transfusions sanguines, l'étude préalable de la sédimentation globulaire chez les donneurs présente un grand intérêt.

Dubarry l'a préconisée avant toute transfusion sanguine d'urgence comme étant seule capable de donner une indication utile sur la santé réelle du donneur, ce dernier devant être éliminé si la vitesse de sédimentation est augmentée, car : « Si on ne peut dire qu'à une sédimentation normale correspond une santé normale, on peut, par contre, affirmer qu'une accélération nette de la vitesse de sédimentation est la signature d'un état pathologique. » (Dervillée et Dubarry).

Stillmunkes insiste aussi sur l'intérêt de l'épreuve de la

sédimentation globulaire avant toute transfusion sanguine.

Nous voyons donc l'importance que présente cette épreuve.

Différents auteurs ont cherché à la mesurer et nombreuses sont les techniques employées. Il y aurait intérêt à ce que les résultats des divers expérimentateurs soient comparables entre eux. Il serait désirable d'obtenir la standardisation de ces méthodes dont les résultats sont représentés par des notations très différentes (Sabrazès, Cabanis, Tapie).

Dans notre travail, nous avons comparé :

1° Une macrométhode donnant les résultats en millimètres (on mesure des distances à des temps variables). C'est la méthode de Westergreen que nous avons trouvée le plus employée dans les différents travaux que nous avons lus.

2° Une macrométhode donnant les résultats en minutes. Ici on mesure des temps sur des distances fixes. C'est la méthode de Linzenmeyer.

3° Une microméthode qui nous a paru la plus simple, celle de Langer et Schmidt.

4° Au cours de notre étude, Barbier, de Lyon, a mis au point une nouvelle technique par centrifugation que nous avons expérimentée dans nos dernières mesures.

II

DESCRIPTION DU PHENOMENE

La sédimentation est une propriété des liquides renfermant des particules solides en solution ou en suspension de se séparer dans certaines conditions en deux couches superposées :

une inférieure renfermant les particules solides;
une supérieure formée par l'élément fluide.

Le sang peut être considéré comme un liquide, le plasma renfermant en suspension les globules. Si on l'empêche de se coaguler à la sortie des vaisseaux, il sédimente.

Examinons quelques centimètres cubes de sang versé dans un tube à essai maintenu vertical auquel nous aurons ajouté une solution d'un anticoagulant, du citrate de soude à 5 p. 100 par exemple.

Au bout d'un certain temps, nous voyons :

1° A la partie inférieure, un dépôt rougeâtre qui comprend : au fond, les globules rouges tassés les uns sur les autres; au-dessus, une zone blanche plus ou moins épaisse nettement séparée constituée par les leucocytes surmontée par une mince pellicule blanchâtre : les hématoblastes;

2° A la partie supérieure, un liquide clair blanc jaunâtre : le plasma citraté.

La hauteur respective des deux colonnes va varier par suite du tassement progressif des globules.

Si nous mesurons la hauteur du plasma au bout de la pre-

mière heure, de la deuxième heure, etc., nous voyons qu'elle va croître avec le temps.

Sous des influences physiologiques diverses et au cours des états pathologiques, cette vitesse de chute devient accélérée. Elle est généralement très rapide pendant les premières heures, puis décroît.

Anticoagulants employés.

Normalement, le sang ne sédimente pas mais se coagule. On peut observer un début de sédimentation avant la formation du caillot dans le sang d'hémophiles et du cheval (Gilbert et Weil), c'est ce que les auteurs appellent coagulation plasmatique. Le caillot a un aspect bicolore : caillot couenneux, déjà décrit sous le nom de *Crusta phlogistica* par les anciens.

La sédimentation du sang peut se produire en le recueillant dans un vase paraffiné, ou en employant des substances anticoagulantes : solution de sucre ou de gomme, sulfate de soude, de magnésie, ClNa, citrate de soude, oxalate neutre de K, fluorure de Na, hirudine, allochrysine, sulfarsénol.

Le citrate de soude a été le plus employé. C'est celui que nous avons utilisé.

Certains auteurs ont employé une solution à 2 p. 100 (Farheus), à 3,8 p. 100 (Westergreen), à 5 p. 100 (Langer et Schmidt, Linzenmeyer, Cordier, Barbier, etc.). Le Professeur Sabrazès préconise une solution à 2,45 p. 100 qui assure mieux l'isotonie. Peyre a fait des expériences avec du citrate de soude à 5 et à 3,5 p. 100. Il a trouvé les mêmes résultats. Cabanis pense qu'il vaut mieux employer une solution à 5 p. 100. C'est ce dernier titre que nous avons adopté.

A la dose nécessaire pour l'incoagulabilité du sang, le citrate de soude ne modifie pas sensiblement les propriétés physiques du plasma (pression osmotique en particulier). Il n'altère pas non plus les éléments figurés, les hématies ne sont pas déformées, les globulins sont également conservés.

De plus, la netteté du niveau de séparation est meilleure que par l'emploi de l'oxalate de K ou du fluorure de Na (Mme Grosfogel-Latzka).

Il est inutile de stériliser cette solution de citrate trisodique. Il suffit de la renouveler toutes les semaines et de la conserver dans un flacon avec bouchon de verre (Forestier, J. Lévy)

III

HISTORIQUE

La sédimentation globulaire est connue depuis très longtemps.

Hunter, à la fin du XVIII[e] siècle, observa que, dans le sang défibriné, les hématies vont au fond du récipient avec plus ou moins de lenteur.

On chercha à utiliser cette propriété pour déterminer le nombre de globules rouges. C'est ainsi qu'en 1883 Hedin construisit un « hématocrite » avec lequel il étudia la sédimentation mécanique par centrifugation.

Biernacki établit le premier (1894-1897) que la vitesse de chute des hématies est influencée par les divers états pathologiques et physiologiques.

Gilbert et Weil reprirent cette étude et observèrent la coagulation plasmatique.

A partir de 1901, à la suite des travaux de Marcano, on n'étudia plus que la sédimentation spontanée des hématies. Cet auteur avait placé dans une éprouvette graduée maintenue verticale du sang rendu incoagulable par l'addition d'une solution formolée. Il le laissa déposer spontanément et il constata que le volume du dépôt hématique était variable suivant la provenance des échantillons du sang.

Utilisant le procédé de Marcano, Claude, en 1908, soutint une thèse sur l'étude de la sédimentation spontanée des hématies. Il vit une sédimentation anormalement rapide dans les sangs pathologiques chez des anémiés et des hémophiles.

En 1911, M. le Professeur Sabrazès construisit un tube spécial de sédimentation.

En 1913, Césari, le premier, proposa d'étudier le phénomène chez le cheval, comme procédé d'hématologie clinique, et il donna une méthode de mesure dont dérivent la plupart des macrométhodes employées aujourd'hui.

En décembre 1917, le Suédois Farhéus, au Congrès de chirurgie et de gynécologie de Sctockholm, fit remarquer que la vitesse de sédimentation globulaire est plus rapide chez les femmes enceintes.

L'étude de la sédimentation globulaire fut ainsi remise à l'ordre du jour. Depuis, de nombreux travaux furent publiés dans tous les pays.

Citons en particulier ceux de Vladimir Kaminski, qui, à la suite de recherches faites à Varsovie, trouve, contrairement à l'opinion générale, que « la réaction de sédimentation des globules rouges donne des résultats inconstants sans changement appréciable dans l'état de santé des sujets observés », et dit que « ce n'est qu'avec une très grande réserve que l'on doit envisager la réaction de sédimentation des hématies et apprécier avec prudence les résultats acquis ». Malgré ces remarques, la mesure est encore d'usage courant en médecine en raison de sa valeur pronostique, comme nous l'avons dit dans notre introduction.

IV

VARIATION DE LA VITESSE DE S. G.

Chez le sujet normal, la V. S. G. peut varier sous l'influence de facteurs extérieurs :

— de facteurs dépendant de modifications du sang soit plasmatiques, soit globulaires;
— de facteurs physiologiques.

A. — *Facteurs extérieurs.*

Des tubes mal lavés, mal séchés, influent sur la vitesse de sédimentation.

La chaleur accélère la V. S., aussi faut-il toujours opérer à une température à peu près constante (au voisinage de 20°) pour avoir des résultats comparables entre eux.

L'altitude modifie la V. S. (Raponsky).

La vitesse de sédimentation paraît être plus petite à la montagne que dans la plaine. Cette disproportion doit être expliquée par la différence de pression atmosphérique.

Raponsky a étudié également l'influence de la longueur, du calibre, de la forme et de la position du sédimentimètre. Avant Raponsky, plusieurs auteurs (Cordier, Chaix et Paufique) nièrent cette influence. Raponsky y attache, au contraire, une très grande importance. En observant du sang rendu incoagulable par l'addition d'allochrysine, il vit que

la chute des hématies, pareille pendant les quinze ou trente premières minutes, se ralentit ensuite beaucoup plus pour les petites colonnes que pour les grandes. Ce ralentissement augmente avec le temps et diminue avec la hauteur du sédimentimètre. Nous avons observé les mêmes résultats.

L'inclinaison accélère la V. S. d'autant plus que l'angle d'inclinaison est plus grand.

La V. S. évolue dans le même sens que le calibre du tube.

La déformation accélère la V. S.

B. — *Facteur dépendant de modifications du plasma.*

1° Rôle des hématies.

Nombre des hématies : Pour certains, il est nul. Au contraire, d'autres auteurs ont remarqué qu'un nombre élevé de globules rouges retarde la vitesse de sédimentation, une diminution l'active (Bernou, dans les anémies).

Dimension des hématies : Plus les hématies sont grosses, plus la V. S. est grande, d'où la sédimentation est variable suivant les espèces animales. Buerker a démontré que le sang de grenouille contenant de grosses hématies nucléées sédimente plus vite que le sang humain.

Poids des hématies : La teneur en hémoglobine augmente le poids spécifique, d'où accélère la V. S. Ainsi, dans la chlorose, la V. S. est diminuée.

Charge électrique : La charge électrique empêche l'agglutination. Les globules rouges sont négatifs (dans un champ électrique, ils vont vers le pôle positif). Farhéus, le premier, a démontré que dans la sédimentation normale les hématies avaient un potentiel plus élevé que dans le cas de sédimentation exagérée. Les albumines plasmatiques : fibrogène et globuline, sont positives. Elles ont tendance à se diriger vers la surface des hématies, donc à les décharger. Il y a diminution de la force de répulsion des globules rouges et, par suite, augmentation de la V. S.

2° Influence de l'état du plasma.

Le plasma contient trois albumines : le fibrinogène à grosse molécule; la globuline à moyenne molécule; la sérine à petite molécule.

S'il y a augmentation du fibrinogène, il y a tendance à la floculation.

Westergreen expérimenta avec des solutions différentes contenant chacune de ces trois albumines et montra que la V. S. est plus rapide dans une solution de fibrinogène, plus lente avec de la globuline, très lente avec de la sérine.

C'est surtout les variations de ces albumines du plasma qui ont une action prépondérante en pratique. On a étudié également d'autres modifications humorales du plasma :

— teneur du sang en graisse (Policard et Cordier);
— diminution des chlorures plasmatiques (Maccabruni);
— cholestérolémie (discutée par le Professeur Vitte et Fourcade);
— poids spécifique du sérum (Maccabruni);
— pH du sang (Poppert);
— viscosité du plasma (Bernou);
— présence d'anticorps (maladies infectieuses);
— présence de toxiques.

L'oxygénation augmente la V. S., CO^2 la diminue (Roger et Binet), d'où inconvénient de l'emploi du garrot dans les macrométhodes de sédimentation à cause de la stase veineuse. Au contraire, Poppert et Kreindler ne trouvent aucune différence entre le temps de sédimentation du sang artériel et du sang veineux chez le même sujet.

C. — *Facteurs physiologiques.*

La sédimentation est plus active pendant la digestion (Josephkowitz), aussi opérer sur des sujets à jeun.

Les diarrhées et sudations accélèrent le phénomène (Forestier).

La V. S. varie aussi suivant l'âge et le sexe. Chez le nourrisson, dans les quatre premiers mois, la V. S. est diminuée, puis elle augmente jusqu'à ce qu'elle soit égale à celle de l'adulte. A partir de 60 ans, elle s'accélère encore.

Elle est plus rapide chez la femme.

Dans l'enfance jusqu'à la puberté, il n'y a pas de différence entre les filles et les garçons. C'est Farheus qui, le premier, a démontré une accélération pendant la grossesse. De même au moment des règles. Bertrand et Rousseau ont montré que, chez la femme bien portante, la V. S. est légèrement accélérée à la fin des périodes prémenstruelles et au début des ménorragies.

Elle se ralentit, au contraire, pendant la période intermenstruelle. Ces variations, faibles à l'état normal, sont plus marquées chez les femmes fatiguées ou malades. Il semble que celles-ci aient une stabilité humorale insuffisante pour résister au choc que présentent les règles, choc qui ébranle peu les femmes bien portantes.

D. — *Facteurs pathologiques.*

La vitesse de sédimentation est augmentée dans les fièvres éruptives, la pneumonie, la fièvre typhoïde, la diphtérie, la méningite cérébro-spinale, le mélitococcie, les suppurations aiguës.

Elle s'accélère au voisinage de la convalescence.

Dans la tuberculose, les travaux sont multiples. La V. S. est plus rapide dans la tuberculose pulmonaire; elle est en rapport beaucoup plus avec la gravité évolutive qu'avec l'étendue des lésions. Elle se rapproche de la normale sous l'influence d'un traitement efficace (cure de sanatorium, pneumothorax). Aussi a-t-il paru intéressant d'établir une courbe de la V. S. chez les malades à côté des graphiques de la température et du poids (Jean Tapie).

On a fait les mêmes constatations dans d'autres affections chroniques, en particulier dans la lèpre et dans la syphilis.

On a mis en évidence également une accélération de la V. S. dans le cancer. Dans le rhumatisme chronique, Jean Forestier a trouvé que la V. S. augmente dans les poussées inflammatoires du rhumatisme chronique, et surtout dans les polyarthrites infectieuses. Elle n'est pas modifiée dans les arthropathies purement dégénératives (arthroses). Dans les névropathies, la V. S. augmente dans les néphrites aiguës, la néphrose lipoïdique et dans les néphrites chroniques avec azotémie (Poppert et Kreindler).

Dans les affections cardio-vasculaires, la V. S. est augmentée dans 45 p. 100 des cas (Wassilesco), en raison des modifications plasmatiques et des complications inflammatoires qu'entraîne l'insuffisance cardiaque.

Dans les intoxications par les barbituriques, l'accélération est d'autant plus marquée que la dose toxique est plus élevée pour certains auteurs (Claude, Levy-Valensi, Lamache et Daussy).

Au contraire, Dubarry trouve qu'elle est normale ou même ralentie.

Dans les empoisonnements par les substances corrosives, il y a accélération notable de la sédimentation. L'organisme se défend d'une façon identique qu'on étudie le sang empoisonné par les substances corrosives (acide acétique, sulfurique, lessive de soude, sublimé, etc.) ou bien par la toxine des bacilles de Koch par exemple (Michalski)

V

CONSIDERATIONS THEORIQUES

Une suspension d'hématies, abandonnée au repos sans agglutination, subit une sédimentation plus ou moins lente, les particules de la suspension tendant vers une répartition d'équilibre dans laquelle elles sont en général plus nombreuses sur le fond du récipient que près de la surface.

Lorsque les particules isolées ou provenant d'une suspension assez diluée pour que les éléments soient infiniment loin les uns des autres sont en train de sédimenter en milieu tranquille, le facteur physique qui intervient dans le phénomène est représenté par la résistance de la loi de Stockes, c'est-à-dire que les particules attirées vers le bas par la pesanteur prennent une vitesse de régime au moment où la résistance qu'elles rencontrent dans le liquide est contrebalancée par leur poids (moins la poussée hydrostatique).

Cette vitesse de régime est donnée par la formule :

$$V = \frac{2}{9} \frac{R2\ (D - d)\ g}{\mu}$$

où R = rayon de la particule supposée sphérique;

D = sa densité;

d = densité du milieu;

μ = viscosité;

g = accélération de la pesanteur.

Tableau des valeurs moyennes.

I. Poids spécifique des corpuscules sanguins :

1,080 à 1.1105. Moyenne, 1,090.

II. Poids spécifique du plasma :

1,028 à 1,032. Moyenne, 1,030.

III. Viscosité du plasma :

Viscosité relative : 1,7 à 2,0;
Viscosité de l'eau à 18° : 1,0;
Viscosité du plasma rapportée à celle de l'eau à 18° : 0,019.

Dans la formule de Stockes, en remplaçant les lettres par leur valeur, nous obtenons comme valeur moyenne de la vitesse de sédimentation : V = 690.

La vitesse de chute V doit être calculée en centimètres-seconde, et R, le rayon des corpuscules, en centimètres.

Mais en réalité cette vitesse de régime n'est réalisée que lorsque la suspension est infiniment diluée et que l'on peut considérer une particule isolée et hors de portée de l'interaction des autres particules.

Lorsque la suspension est assez concentrée pour que les grains soient proches, il y a plusieurs systèmes de forces en jeu. En dehors de la pesanteur qui tend à les accumuler au fond du récipient, il faut adjoindre un terme de freinage où interviendront les répulsions électrostatiques entre les grains qui les empêchent de se rapprocher de trop près, le bousculement dû au brassage du mouvement brownien et les forces de diffusion qui correspondent à une pression osmotique des grains envisagés comme de grosses molécules.

Ce terme de répulsion est variable puisqu'il dépend de la concentration de la suspension, que celle-ci croît en fonction du temps et dépend, par conséquent, de la vitesse elle-même. La charge des hématies paraît dépendre en grande partie de la nature protéique du plasma périphérique ainsi que peut-être des constituants lipoïdiques de celui-ci.

« Pratiquement, lorsque l'on regarde par le côté une suspension en train de sédimenter, on a l'impression de voir la couche des particules délimitée par une surface sphérique, et c'est le niveau de celle-ci que l'on prend usuellement pour en mesurer le déplacement en fonction du temps; mais il faut bien se rendre compte de la signification physique de ce niveau; en réalité, il n'y a pas de séparation nette comme une limite de phase entre la suspension et le liquide limpide qui lui est superposé, mais une raréfaction exponentielle plus ou moins rapide du nombre des particules; ce que nous prenons comme représentation du niveau est la couche limite où les particules sont déjà assez concentrées pour empêcher la traversée d'un rayon lumineux horizontal, c'est-à-dire la limite de l'opacité complète.

» En réalité, c'est de cette limite optique que nous mesurons le déplacement pendant la sédimentation et cette considération permet de se rendre compte de beaucoup d'anomalies de divers phénomènes de sédimentations. La vitesse de sédimentation apparente correspond à une vitesse de front d'ondes et peut être très différente de la vitesse de sédimentation moyenne individuelle de ses diverses particules. » (Vlès.)

VI

METHODES SEDIMENTOMETRIQUES

Elles sont très nombreuses : les unes opèrent sur le sang *in vivo;* les autres, sur le sang *in vitro.*

Les premières ne sont à citer que pour mémoire. Elles ne sont pas employées parce que : trop pénibles pour le patient, trop délicates pour le médecin.

IN VIVO

1° C'est Farheus, le premier, qui a mis en évidence l'accélération de la V.S. chez la femme enceinte.

Il posait sur l'avant-bras deux liens à hauteurs différentes. Il isolait ainsi un segment de veine, la femme tenant l'avant-bras vertical. Au bout de quinze minutes, si on ponctionne la partie supérieure du segment veineux, on ne retire que du plasma, alors que la partie inférieure donne du sang polyglobulique.

2° Ploman, ophtalmologiste suédois, étudia la S. G. sur les vaisseaux de la rétine. Dans ceux-ci, la vitesse du courant sanguin peut varier par compression du globe. Si cette pression est suffisante, on arrête l'arrivée du sang dans ces artères à la systole et, par suite, tout courant sanguin. Au bout d'un certain temps, les vaisseaux qui ont une disposition verticale prennent un aspect particulier. Ils n'ont plus leur couleur uniforme. La partie supérieure devient claire, presque blanche. A la partie inférieure s'accumule un dépôt foncé ressemblant à du sable rouge. C'est le même phénomène qui se passe dans un tube à sédimentation.

IN VITRO

On peut distinguer :

— les macrométhodes;
— les microméthodes.

Comme matériel, il faudra toujours :

— une pipette pour le prélèvement du sang;
— un tube à sédimentation;
— une solution anticoagulante.

Dans les macrosédimentations, on opère sur 1 à 2 cm^3 de sang prélevé par ponction veineuse au pli du coude.

Au contraire, dans les microméthodes, la sédimentation se produit dans des tubes capillaires. Il suffit de prélever une goutte de sang soit au lobule de l'oreille, soit à la pulpe du doigt.

A. — *Macrométhodes.*

1° Méthode de Césari.

Matériel :

a) une seringue de Pravaz de 10 cm^3;
b) tube de 8 millimètres de diamètre et 30 centimètres de hauteur;
c) solution de FNa à 3 p. 100 (anticoagulant).

Opération :

Aspirer 1 cm^3 de solution anticoagulante et 9 cm^3 de sang pas ponction veineuse.

Verser le mélange dans un tube et laisser au repos verticalement.

Mesurer la hauteur du culot au bout de :

demi-heure (H1);
Vingt-quatre heures (H2);

et la hauteur totale (HT).

La vitesse est donnée sur la formule :

$$V = \frac{H_2}{H_1}.$$

Indice volumétrique : $\frac{H2}{HT} \times 100.$

2° Méthode de Gilbert et Tzanck.

Gilbert et Tzanck ont repris cette méthode et l'ont perfectionnée. Ils emploient un sédimentomètre gradué constitué par une éprouvette d'un calibre inférieur de 1 cm³.

La partie utilisable contient 5 cm³ de sang.

Elle est divisée en 10 parties égales, chacune d'elles étant subdivisée en 1/10, une division correspond à 0 cm³ 5.

On recueille le sang par ponction veineuse au pli du coude dans une seringue de 10 cm³. Cette seringue est rincée avec une solution de sulfarsénobenzol à 1 p. 100. L'éprouvette est elle-même rincée avec cette même solution. Ces auteurs sont les premiers à s'être servis de sang pur afin d'éviter les erreurs commises par la dilution du plasma. Balakowsky et Fourcade ont employé également du sang pur, le simple rinçage de la pipette avec l'anticoagulant étant suffisant, disent-ils, pour empêcher la coagulation et permettre la sédimentation.

On verse ensuite le sang dans le tube à expérience jusqu'à la graduation supérieure. On note l'heure à laquelle commence la réaction, et toutes les cinq minutes par exemple, on note à la fois l'heure et la hauteur de la colonne de globules rouges qui progressivement se sépare par une ligne de démarcation « en général nette, mais qui souvent est un peu floue », écrit Cabanis.

Puis, sur des graphiques, on porte : en abscisses, les temps de cinq minutes en cinq minutes; en ordonnées, les hauteurs en millimètres de la colonne de globules.

On peut ainsi considérer trois phases :

a) Période de décollement AB.

b) Période intermédiaire BC.

C'est cette période qui nous semble caractériser essentiellement la vitesse de tassement; elle représente la sédimentation vraie indépendante des facteurs de décollement et de tassement.

c) Une phase terminale de tassement.

3° Méthode de Farheus.

Farheus emploie un tube de :

1 centimètre de diamètre;
10 centimètres de hauteur,

gradué sur sa face externe en millimètres.

Il laisse sédimenter 8 cm³ de sang prélevé par ponction veineuse mélangé à 2 cm³ d'une solution de citrate de soude à 2 p. 100. La lecture est faite au bout de deux heures.

De cette méthode découle celle de Westergreen.

4° Méthode de Westergreen.

C'est elle qui est maintenant la plus employée parmi les macrométhodes.

Matériel (Maison Gentile, Paris) :

a) Seringue spéciale pour recueillir le sang de 2 cm³.

b) Tubes à essai de 1 centimètre de diamètre et 3 à 4 centimètres de haut destinés à recevoir le sang citraté de la seringue avant qu'il ne soit aspiré dans les tubes de Westergreen.

c) Tubes à sédimentation de 2 mm. 5 de diamètre et 300 millimètres de haut.

d) Une solution de citrate trisodique à 3,8 p. 100 qu'il est inutile de stériliser, conservée dans un flacon avec bouchon de verre et renouvelée tous les huit jours.

e) Un statif pour maintenir les tubes et une règle graduée en millimètres pour la lecture.

Cette méthode est une de celles que nous avons employées, aussi allons-nous la décrire avec détails.

La seringue est une seringue spéciale du type Record, de contenance exactement 2 cm³ à fond de course du piston. La tige du piston présente un ergot qui peut, dans une certaine position, arrêter le piston lorsque la seringue ne contient plus que 4/10 de centimètre cube de sang, et dans une autre permettra l'expulsion de tout le liquide.

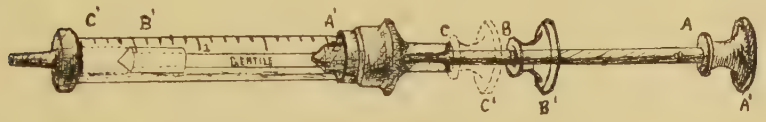

Fig. 1. — Seringue à prise de sang pour mélange automatique de sang et de citrate de soude dans la proportion de 4 à 1. (Voir dans le texte le mode d'emploi.)

Les tubes de Westergreen sont en verre de 30 centimètres de long, 2 mm. 5 de calibre intérieur et portant un trait à 200 millimètres de l'extrémité inférieure.

Ils sont ouverts à leurs deux extrémités.

Le statif est constitué par un plateau en bois ou en métal percé de trous où sont encastrés des bouchons en caoutchouc sur lesquels viendront s'appliquer et s'obturer les extrémités inférieures des tubes. La partie supérieure de ceux-ci étant fixée par un des ressorts plats en acier, le tout maintenant les tubes en position verticale. Un dispositif permet d'incliner le statif à 45° pour les lectures au bout de vingt-quatre heures qui peuvent servir accessoirement au dosage de l'hémoglobine.

Préparation des instruments. — Les tubes à sédimentation doivent être secs et propres, nettoyés à l'alcool ou à l'éther; la seringue d'aspiration doit être rincée à l'eau et au citrate, la remplir de citrate jusqu'à la contenance de 4/10 de centimètre cube. Pour cela, aspirer la solution

dans la seringue environ jusqu'à moitié de sa contenance, retourner la seringue tête en haut, chasser les bulles d'air et repousser le piston en tournant le manche, de façon que l'ergot vienne s'appliquer contre la butée. Il restera dans la seringue, exactement 4/10 de centimètre cube de solution citratée.

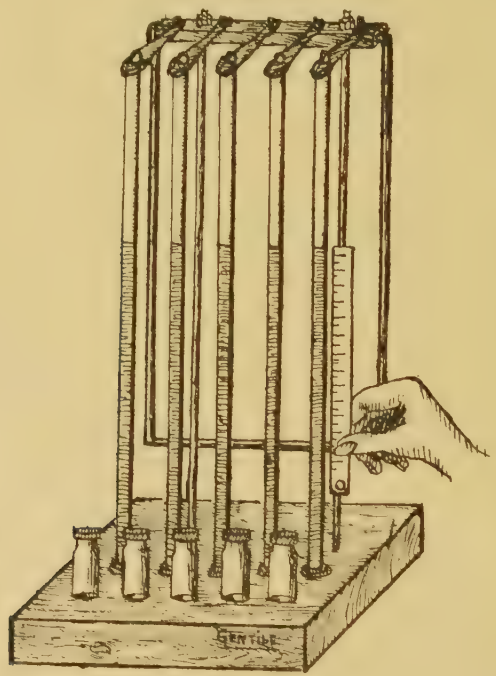

Fig. 2. — Tubes Westergreen, en place sur leur statif.

Ponction veineuse. — On utilisera une aiguille à ponction veineuse ordinaire de 6 à 8/10 de millimètre de calibre s'adaptant bien à la seringue. La ponction est faite au pli du coude en appliquant un lien qui ne devra pas rester plus d'une minute (une striction du bras trop prolongée fausse les résultats Balakowsky). L'aiguille stérilisée vide est bloquée sur la seringue. Aspirer le sang doucement en évitant la rentrée de bulles d'air jusqu'à remplissage complet à 2 cm^3. On a un mélange sang citrate dans la proportion de 4 à 1.

On rejette le mélange dans un tube à essai que l'on agite aussitôt à plusieurs reprises, mais non trop violemment. Puis le mélange sang/citrate est aspiré dans le tube de Westergreen après avoir été agité afin d'assurer un mélange homogène. Il faut aspirer plusieurs fois dans les tubes de Westergreen et refouler de même. Le sang est aspiré jusqu'à la marque 200 millimètres (une erreur de près de 1 millimètre est sans importance).

On place le tube sur le statif et on évitera tout mouvement pendant la durée de l'opération. La lecture se fera en mesurant avec la règle graduée en millimètres la différence qui sépare le ménisque du liquide transparent surnageant de la limite supérieure de la pile de globules rouges. La lecture est faite au bout de :

une heure;
deux heures;
vingt-quatre heures.

Les deux premières lectures se feront à une minute près, la troisième à une heure près.

C'est surtout la première lecture qui est importante. Les deux autres n'ajoutent rien de plus et ont même été abandonnées par quelques auteurs (Routier et Thiroloix).

Il est nécessaire de ne pas prolonger la stase veineuse, d'éviter la présence de bulles d'air dans le mélange qui modifient la composition de celui-ci, d'avoir des appareils bien propres et d'éviter les variations de température, la chaleur accélérant la V. S.

Modifications de la méthode de Westergreen.

Le Professeur Vlès, de Strasbourg, emploie une technique analogue, mais il a perfectionné le statif (thèse Anne Heck-Grossmann).

Il a fait construire un support en métal. En bas se trouve une série de cupules métalliques, enchâssées dans la plan-

che du support de 1 centimètre de diamètre et contenant dans le fond une rondelle en caoutchouc qui constitue une fermeture solide et en même temps élastique pour les bouts effilés des tubes. Les bouts supérieurs sont maintenus enfermés par un système de pistons à ressorts. La verticalité parfaite est assurée par un fil à plomb suspendu au milieu, le réglage étant fait par un système de quatre vis sur lesquelles repose l'appareil.

Deux indicateurs métalliques, que l'on peut déplacer verticalement sur les tiges latérales du cadre, facilitent la lecture précise de la limite qui sépare le niveau supérieur des globules sédimentés du plasma. Les tubes à sédimentation sont ceux de Westergreen et la technique est la même.

La lecture se fait après :

la première heure : a;
la deuxième heure : b.

La vitesse horaire moyenne est :

$$V = \frac{a + \frac{b}{2}}{2}.$$

Cette formule est celle de Katz, Sauvan et Simonpiétri. Elle donne : V = indice de sédimentation.

Gardère et Lainé font le rapport de la hauteur de la colonne plasmatique au bout d'une heure à la hauteur totale du liquide dans le tube.

5° Méthode de Sabrazès.

Sabrazès utilise une méthode basée sur le même principe. Il emploie :

a) un tube à sédimentation dit « du Professeur Sabrazès » (Maison Krauss, Paris, 1912).

C'est un tube de 12 centimètres de haut, 2 mm. 5 de diamètre interne, gradué en millimètres sur une hauteur de 10 centimètres à partir du fond; l'extrémité supérieure est en entonnoir pour faciliter le remplissage.

b) La solution anticoagulante est : du citrate de soude à 5 p. 100 dans les premières mesures et une solution à 2,45 p. 100 dans les travaux récents.

c) Comme matériel à prise de sang, il faut une seringue de Pravaz bien calibrée, exactement graduée, stérilisée, une aiguille stérilisée à prise de sang fine.

d) Un tube de verre, type tube à séro-diagnostic.

e) Une pipette Pasteur assez longue.

f) Un porte-tube.

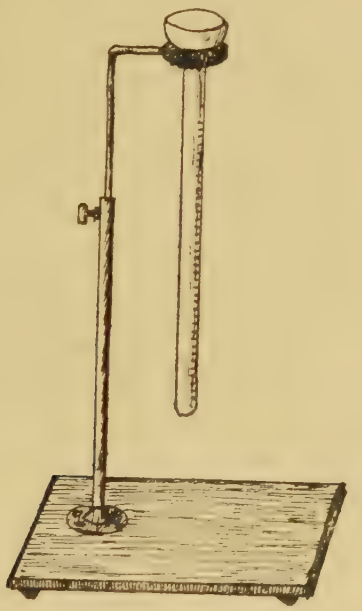

Fig. 3.

Technique. — Aspirer dans la seringue exactement 2/10 de centimètre cube de solution citratée, prélever par ponction veineuse au pli du coude 8/10 de centimètre cube de sang, agiter légèrement la seringue pour assurer le contact intime sang/citrate. Projeter le mélange dans le tube à séro-diagnostic. Renverser deux à trois fois pour compléter le mélange. Remplir le tube à sédimentation avec la pipette Pasteur.

On note le moment exact de cette dernière manipulation et on place le tube à sédimentation vertical sur un porte-tube. On lit la hauteur du plasma au bout d'une heure, deux heures, vingt-quatre heures. Comme pour la technique de Westergreen, éviter d'aspirer des bulles d'air, ne pas laisser le garrot trop longtemps, favoriser le mélange sang/citrate pour que le sang soit incoagulable, s'assurer de l'extrême propreté et de la sécheresse de l'intérieur du tube à sédimentation. Ne pas le remuer pendant les vingt-quatre heures et le maintenir bien vertical. Pour obtenir des résultats rigoureusement identiques, il faut faire la lecture au bout de la première et deuxième heure, à une minute près (faire sonner un réveil [Dubarry]); à la vingt-quatrième heure, la lecture n'a pas besoin d'être faite avec la même rigoureuse exactitude.

6° Méthode de Cordier et Chaix.

Cordier et Chaix ont supprimé le tube de Westergreen de 300 millimètres donnant des résultats plus sensibles, mais difficiles à remplir à cause de la tension superficielle, nettoyage compliqué, difficulté d'aspirer pour rendre « la suspension sang/citrate homogène », disent-ils.

Matériel :

a) Tube à hémolyse ordinaire de 6 millimètres de diamètre sur 80 millimètres de haut;

b) Seringue de Pravaz de 2 cm³, graduée en 1/10 de centimètre cube.

Opération :

Aspirer :

0,2 cm³ de solution citratée à 5 p. 100;

1,8 cm³ de sang prélevé par ponction veineuse au pli du coude.

Verser le tout dans un tube à hémolyse bien propre. Agiter. Laisser en position verticale à l'abri du soleil. Lire au bout

d'une heure avec le double décimètre.

Mesurer :

a) la hauteur *h* de la colonne de plasma;

b) la hauteur H du liquide dans le tube.

$$V = \text{pourcentage de chute} = \frac{h \times 100}{H}.$$

7° Méthode d'Edhem.

Edhem simplifie encore. Il utilise comme sédimentimètre la seringue ayant servi à la prise du sang.

Matériel :

a) Seringue de Gentile de 2 cm³, 65 millimètres de long et graduée en 40 divisions.

b) Paraffine.

c) Porte-tubes.

Opération :

Remplir huit divisions de solution de citrate de soude à 5 p. 100. Retirer du sang par ponction veineuse pour compléter les 2 cm³. Mélanger. Renverser la seringue sur un porte-tubes, le bout pénétrant dans une boule de paraffine ramollie, retirer le piston.

Lire le nombre de divisions occupées par le plasma après

1 heure : P.

24 heures : $P_1 =$

$$V = \frac{P_1}{P}$$

8° Méthode de Linzenmeyer.

Dans ce premier groupe de macrométhode, on mesure des distances à des temps variables.

Linzenmeyer, au contraire, mesure des temps sur des distances fixes. On attend le passage du niveau supérieur des globules devant un repère gravé sur le tube.

Technique. — On aspire, dans une seringue bien graduée de 1 cm³, 2/10 de centimètre cube d'une solution de citrate de soude à 5 p. 100. Puis par ponction veineuse, on retire 8/10 de centimètre cube de sang. On refoule alors ce sang citraté dans un tube spécialement gradué, tube de verre de 5 millimètres de lumière, 8 centimètre de hauteur et portant deux traits circulaires horizontaux. Le trait supérieur marque le niveau atteint dans le tube par 1 cm³ de liquide, le trait

Fig. 4.

inférieur est à 18 millimètres au-dessous. Il y a également deux traits intermédiaires à 6 et 12 millimètres. On note l'heure à laquelle le sang citraté est versé dans le tube placé sur le porte-tubes, puis le moment où le niveau supérieur du culot de tassement des globules atteint 18 millimètres. Le nombre de minutes écoulées indique la vitesse de sédimentation.

B. — ***Microméthodes.***

Elles utilisent toutes du sang capillaire venant du lobule de l'oreille ou de la pulpe du doigt. On peut les distinguer également en deux groupes, suivant qu'elles emploient du sang rendu incoagulable par addition d'anticoagulant ou du sang non additionné d'anticoagulant.

1° Parmi les premières méthodes, nous avons étudié la méthode de Langer et Schmidt, mise au point par Achard, Jeanne Lévy et Guthmann, qui nous a paru la plus simple et la plus pratique.

Elle nécessite une micropipette de 2 millimètres de diamètre intérieur et de 9 cm. 5 de haut, portant de haut en bas trois divisions BOC disposées de telle sorte que :

— le volume BC est de 0,12 cm^3;
— le volume OC est de 0,09 cm^3;
— le volume AC est de 0,03 cm^3.

De plus, entre C et O, la pipette est divisée en 25 parties égales correspondant à 1 millimètre.

Cette micropipette, remplie de sang citraté, est placée dans un petit tube à fond rond de 0,8 mm. de diamètre et de 7,5 cm. de haut dans lequel on fait couler 0,20 cm^3 de mercure. La micropipette est lavée avant l'emploi avec une solution de citrate de soude à 5 p. 100 (renouvelée toutes les semaines), puis remplie jusqu'en C de citrate de soude. On pique avec une lancette de Bensaude la pulpe du doigt, de préférence le quatrième (Achard, Jeanne Lévy et Guthmann) ou le lobule de l'oreille du malade, préalablement nettoyé à l'alcool et à l'éther, puis séché. Il faut faire une piqûre suffisamment profonde pour que le sang s'écoule facilement. Dès que la goutte apparaît, on place le doigt dans une position inclinée; la pulpe dirigée vers le sol, on place la micropipette à la surface de la goutte et le sang monte dans le tube. On lui imprime un mouvement de rotation, de façon à favoriser le contact du sang et du citrate de soude. Il faut éviter la mon-

tée de bulles d'air qui changeraient les proportions sang/citrate.

Lorsque la colonne sanguine atteint dans la micropipette la graduation B, on laisse couler après avoir essuyé l'extré-

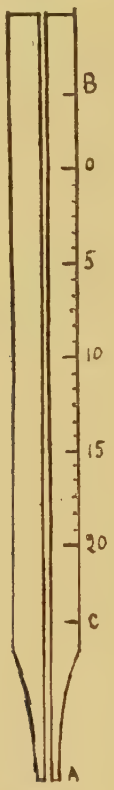

Fig. 5.

mité inférieure de la micropipette le mélange sang/citrate sur une petite plaque de celluloïd de 2,5 cm. sur 2,5 cm., essuyée préalablement avec une peau de chamois pour éviter la présence de fibrilles de coton, ou de papier favorisant la coagulation du sang.

Lorsque le sang citraté a coulé sur la plaque de celluloïd, on l'agite à l'aide de la pointe de la micropipette. En inclinant ensuite la plaque de celluloïd, on fait arriver le sang

citraté près d'un de ses bords sur lequel on applique l'extrémité de la micropipette. Le sang monte alors par capillarité jusqu'à la graduation O. Eviter la montée de bulles d'air.

On obture avec la pulpe du doigt l'extrémité de la micropipette. On essuie avec du papier filtre sa partie inférieure et on la place avec précaution dans le tube vertical contenant Hg. On note, à des moments déterminés, la division qui correspond à la surface de séparation du plasma et de la masse globulaire.

La vitesse de sédimentation moyenne :

$$V = \frac{h_1 + \frac{h_2}{2}}{2}.$$

$h1$ égale nombre de mm. après 30'.
$h2$ égale nombre de mm. après 60'.

2° Raponsky (*Lyon médical*, n°s 26 et 27, 1934) vient de mettre au point une nouvelle technique, qui, d'après l'auteur, ne présente pas les inconvénients des macrométhodes (striction du bras) et, de plus, a l'avantage sur les autres microméthodes d'obtenir une homogénéisation complète, de permettre d'effectuer une lecture automatique et rapide.

Matériel :

a) Une pipette mélangeur de Potain au 1/10.

b) Ampoule scellée et stérilisée contenant 3 à 5 cm³ de citrate de soude à 30 p. 100.

c) Plusieurs tubes gradués en Pyrex, que nous appellerons sédimentimètres, à parois rigoureusement lisses, à diamètre intérieur de 1 et 1,5 mm. et dont la longueur correspond à la hauteur intérieure du cadre, soit 200 millimètres.

Les extrémités de ces sédimentimètres seront bien rodées.

d) Cadre spécial en bois ou en métal destiné à recevoir les tubes remplis du mélange de sang citraté.

e) Un godet en porcelaine rigoureusement propre et sec.

f) Un tuyau en caoutchouc adapté à la pipette permettant d'aspirer et de refouler la solution citratée et le sang.

g) Une lancette de Bensaude ou un vaccinostyle.

h) Alcool à 95°, éther à 65°, coton hydrophile, papier filtre.

Technique. — La surface du doigt où le sang sera prélevé doit être rigoureusement nettoyée et séchée afin d'éviter que le sang ne soit immédiatement coagulé et hémolysé. Après un savonnage préalable, on lavera la pulpe digitale à l'alcool, puis on la séchera à l'éther. La pipette mélangeur de Potain est montée avec un caoutchouc aspirateur et nettoyée par refoulement et aspiration successifs d'une solution de citrate à 30 p. 100. On la remplit alors définitivement jusqu'à la division I. Avec la lancette flambée, on pique profondément la pulpe du doigt.

A l'aide d'un petit carré de papier filtre, on essuie la goutte de sang qui perle immédiatement, et en soufflant dans la pipette on fait tomber le citrate de soude autour de la piqûre initiale en dessinant des cercles concentriques dont la piqûre est le centre. Inclinant ensuite la pipette à 45°, on aspire doucement le sang mouillé de citrate à son intérieur, en s'aidant au besoin de légères pressions exercées sur le doigt jusqu'à la graduation 2. Il faut prendre grand soin de ne pas laisser monter des bulles d'air. On agite fortement le mélange sang-citrate dans la pipette, et grâce à la bille de verre contenue dans son réservoir, cette homogénéisation est aussi parfaite que possible. On verse ensuite ce mélange dans un tube de Pyrex à parois intérieures rigoureusement lisses et dont le diamètre utile est de 1 à 1 mm. 5 et d'une longueur de 200 millimètres. Le tube est placé à ce moment dans un cadre de bois construit suivant les indications de Raponsky. Il est muni d'un graphique mobile qu'on déplace de telle sorte que sa ligne supérieure coïncide avec la limite supérieure du mélange sang/citrate.

Au bout d'une heure, ce graphique permet une lecture directe et automatique des résultats sans calcul et sans intervention de mesures forcément un peu imprécises.

C. — *Méthodes utilisant le sang pur.*

1° Balakowsky a donné également une microméthode de mesure de V. S. dans laquelle il emploie une pipette de 1 millimètre de diamètre intérieur, 150 millimètres de long, dont les 100 millimètres inférieurs sont divisés en 100 parties égales; cette pipette est munie d'un tube de caoutchouc fermé par une vis. Ce système permet d'aspirer le sang par simple dévissage de la vis terminale.

Balakowsky emploie pour rincer cette pipette avant la manipulation une solution anticoagulante soit de sulfarsénol à 10 p. 100, soit d'oxalate neutre de potasse à 10 p. 100.

Manipulation. — Nettoyer, sécher, piquer le doigt. Rincer le tube avec la solution anticoagulante. Aspirer une grosse goutte de sang jusqu'à la division supérieure. Mettre au repos verticalement. Attendre l'apparition de la zone de démarcation entre le plasma et les globules. Lire la hauteur de la colonne de plasma en millimètres au bout de quinze, trente, soixante minutes. La sédimentation totale sera mesurée au bout de vingt-quatre heures.

Inconvénients. — Ces pipettes sont de fabrication étrangère, d'où chères et difficiles à se procurer; de plus, elles sont très fragiles.

2° Fourcade, dans sa thèse *Sédimentation des hématies dans la tuberculose pulmonaire*, a mis au point une technique nouvelle dans laquelle il emploie du sang pur.

Il utilise un tube de verre de 90 centimètres à 1 mètre de long, de diamètre extérieur quelconque, plutôt fort, et de 2 mm. 5 de calibre intérieur (suffisant pour éviter les erreurs dues au phénomène de capillarité). Il coupe en deux parties égales au chalumeau, il les lave à l'eau acidulée, puis à l'eau distillée. Egoutter, sécher, étirer au centre pour former des pipettes de 20 centimètres de long environ. Un fragment (5 à 8 centimètres) de tube de caoutchouc, dit tube à sérum fort et résistant, sert à coiffer, en le mouillant si

c'est nécessaire, l'extrémité opposée de l'effilure, qui ne doit pas avoir plus de 2 centimètres de long, du calibre de 1 millimètre environ, très étroit pour éviter l'aspiration des bulles d'air; on doit cependant pouvoir y faire pénétrer un mince fil de fer jouant comme un piston dans un corps de pompe pour faciliter le nettoyage ultérieur.

Le bout libre du tube de caoutchouc est fermé à la colle. Ce caoutchouc sert d'aspirateur, en le faisant glisser le long du tube à sédimentation, soit en tirant (le sang montera), soit en poussant (le sang sera chassé) et non en pressant comme sur un compte-gouttes, car il y aurait aspiration de bulles d'air.

La pipette est rincée à l'oxalate de potasse puis elle sert à aspirer une goutte de sang obtenue par piqûre de l'index avec un vaccinostyle, la peau ayant été nettoyée à l'éther (l'alcool faussant les résultats). On recueille ainsi une colonne de sang d'environ 10 centimètres de hauteur, que l'on fait monter dans le tube en faisant glisser le caoutchouc. Placer le tube à S à un support vertical à l'abri du soleil. On note la sédimentation au bout de :

une heure;
deux heures;
vingt-quatre heures.

La hauteur du plasma est mesurée à l'aide d'un compas géométrique et d'un décimètre gradué en millimètres. Il n'est pas nécessaire de graduer le tube, car on étudie le rapport :

$$\frac{\text{Hauteur totale (Sédiment plasma)}}{\text{Hauteur du plasma.}}$$

D. — *Méthodes par centrifugation.*

Au cours de notre travail a paru une nouvelle méthode donnant des résultats au bout de dix minutes : c'est celle de Barbier, de Lyon.

L'auteur s'était donné comme programme de raccourcir le temps nécessaire à la lecture, tout en donnant les mêmes chiffres que la méthode classique, à Lyon, de Cordier.

Les recherches qu'il a faites ont tenté de remplacer la pesanteur par la force centrifuge, très exactement réglée.

Il faut pour cela une centrifugeuse synchronisée sur le courant, car la moindre variation du nombre de tours à la minute est une cause d'erreur importante.

Il faut étudier le bras de levier et fixer exactement la position des tubes par rapport à l'axe de rotation, puisqu'une centrifugation plus éloignée du centre développerait une force toute différente. La centrifugeuse qu'il a fait établir par la maison Couprie tourne sur courant à 50 phases, 600 tours à la minute. A cette vitesse, il faut dix minutes pour avoir la même sédimentation que celle obtenue au bout d'une heure. De nombreuses recherches montrent par cette méthode, et par la méthode de Cordier, les mêmes chiffres. Dans quelques cas, il y a divergence apparente, et Barbier croit que c'est la centrifugation qui donne la réponse la plus exacte; il s'agit, en effet, de cas où les recherches sont faites dans de mauvaises conditions de température : trop chaud ou trop froid. Cette cause d'erreur agit dix minutes seulement dans un cas, une heure dans l'autre, d'où divergence du chiffre. Ou bien c'est un tube que l'on n'a pas laissé exactement vertical. La centrifugation l'évite, puisque la position du tube y est toujours perpendiculaire à l'axe. Enfin il y a des cas où l'apparente divergence était due au fait qu'un taux insuffisant de citrate avait amené dans le tube horaire une coagulation avec rétraction du caillot; la sédimentation rapide centrifugée avait échappé à cette cause d'erreur.

Barbier croit donc que l'on gagne non seulement du temps, mais qu'on évite des causes d'erreur importantes en mettant le tube de sang dans des conditions très rigoureuses de position et de vitesse. Il est évident qu'il faut faire les lectures exactement à dix minutes. Une minute d'écart en moins ou en plus donne parfois 8 à 10 p. 100 de différence.

Il y a lieu d'éviter à tout prix cette cause d'erreur. Joindre donc à l'appareil un réveil, que l'on fera sonner à l'heure, et commencer l'expérience à moins dix.

La sédimentation accélérée permet ainsi au médecin, dans son cabinet, l'examen rapide du sang au cours d'une consultation médicale d'une demi-heure, ou bien à l'hôpital.

Technique. — Comme dans la méthode de Cordier, le sang (2 cm³) est prélevé par ponction veineuse, mélangé avec une solution de citrate de soude à 5 p. 100 (0,2 cm³ pour 1,8 cm³ de sang). Le tube à expérience de 6 millimètres de diamètre est alors chargé sur la centrifugeuse, qui est mise en mouvement. Au bout de dix minutes, lire les hauteurs respectives de la colonne totale H_1 et du plasma H_2 et par application de la formule de Cézari :

$$V = \frac{42 \times 100}{h_1}.$$

On obtient rapidement le résultat cherché.

Pour avoir des vitesses de sédimention très exactes, et par conséquent rigoureusement comparables entre elles, il faudrait avoir une colonne de sang citraté atteignant toujours la même hauteur dans des tubes dont le diamètre intérieur soit rigoureusement constant. Dans nos expériences, nous avons toujours opéré avec des hauteurs de colonnes égales à 50 millimètres.

VII

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Nous avons étudié comparativement :

— une macrométhode mesurant des distances sur des temps variables : la méthode de Westergreen, presque universellement adoptée;

— une macrométhode mesurant des temps sur des distances fixes : la méthode de Linzenmeyer;

— une microméthode : celle de Langer et Schmidt, mise au point par Achard, J. Lévy et Guthmann;

— et, en dernier lieu, la méthode par centrifugation, récemment réglementée par Barbier et Picquet, de Lyon.

Nos premières expériences ont été faites sur du sang d'animaux mélangé au 1/5 à une solution de citrate de soude à 5 p. 100. Nous n'avons pas noté les résultats fournis par la méthode de Linzenmeyer, car, la sédimentation étant très lente, la durée de l'expérience était une cause inévitable d'erreur. La température était toujours de 18 à 20°.

Nombre de globules par m³.	Dimensions en μ	V. S. G.	Rapport W/L. S.
		mm.	
Chez le *poulet* : 2.540.000.....	12,08 à 7,33	W = 2 à 3 L. S. = 0,8 à 1	2,5 à 3
Chez le *cobaye* : 5.800.000.....	7 à 8	W = 1 à 2 L. S. = 0,5 à 1	2
Chez le *lapin* : 4.000.000.....	6,5	W = 1,5 à 2 L. S. = 0,5 à 1	3 à 2
Chez le *chien* : 5.000.000.....	7	W = 45 L. S. = 9,75	4,6

Nous voyons que, pour les petits chiffres (poulet, lapin, cobaye), le rapport W/LS varie entre 2 et 3.

Quand la sédimentation est plus rapide, le rapport s'accroît : il s'élève à 4,6 pour le chien.

Chez les poissons à grosses hématies elliptiques et biconvexes, nucléées (cellules complètes), nous n'avons pu utiliser que la méthode de Langer et Schmidt.

Nous avons fait une vivisection de l'animal, et d'après la technique de Langer et Schmidt, avec la pipette contenant du citrate de soude à 5 p. 100, nous avons recueilli le sang en le prenant directement dans le cœur. Cette opération est délicate, car le sang se coagule très rapidement.

Résultats (température 22°).

	Nombre de globules par mm³	Dimensions en μ	V. S.
Pleuronectus platesa L. (Carrelet)	—	9,53 — 8,47	1,75
Conger vulgaris L. (Congre)	—	11,11 — 8,47	1,79
Mugil cephalus L. (Mulet)	1.660.000	10,58 — 7,94	1,9
Trigla hirundo Bl. (Grondin)	—	9,53 — 7,15	2
Anguilla vulgaris L. (Anguille)	1.626.000	14,56 — 8,94	3,25
Torpedo marmorata L. (Torpille)	76.000	31,75 — 25,40	4

Nous voyons donc qu'il y a une relation entre les dimensions des globules et la V. S. Plus les hématies sont grosses, plus la V. S. est grande.

Vitesse de sédimentation globulaire chez l'homme.

Nous avons constamment employé le sang citraté au 1/5 avec une solution de citrate de soude à 5 p. 100.

Ce sang a été prélevé par ponction veineuse au pli du coude sur des sujets à jeun, et la vitesse de sédimentation a été mesurée immédiatement après la prise à une température voisine de 20°.

Dans nos quinze premières expériences, par la micromé-

(1) Hirschfeld et Anton Hittmer.

thode de Langer et Schmidt, nous avons employé du sang veineux et du sang capillaire recueilli par piqûre au lobule de l'oreille, que les sujets ont trouvée généralement moins douloureuse que la piqûre à la pulpe du doigt. Après lavage à l'alcool et à l'éther, la piqûre était faite avec un vaccino-style, assez profondément, de façon à recueillir une grosse goutte de sang, suffisante pour remplir le tube de Langer et Schmidt, sans trop grande pression du lobule de l'oreille.

Nous avons obtenu les mêmes résultats dans les deux façons de recueillir le sang, aussi, par la suite, nous avons uniquement employé du sang veineux.

Nos résultats concordent avec ceux du Docteur Weil, qui écrit : « La sédimentation est la même pour les capillaires ou pour les veines, de sorte que les résultats des microméthodes restent comparables à ceux des méthodes opérant sur des quantités de sang plus importantes. »

Dans nos dernières expériences, nous avons joint les résultats fournis par centrifugation.

Avant de présenter les tableaux dans lesquels sont résumées nos déterminations expérimentales, nous croyons devoir donner quelques indications sommaires sur la signification de la densité optique des sangs examinés, qui figure dans la dernière colonne de ces tableaux.

Ces sangs, en effet, appartenaient à des sujets en observation ou en traitement au service de prophylaxie dirigé par M. le Docteur Peyrot, au Dispensaire de la Compagnie des Chemins de fer du P.O.-Midi.

On sait que la réaction de Vernes consiste dans la mesure de la floculation d'un sérum au contact d'une suspension colloïdale de péréthynol (extrait alcoolique de cœur de cheval épuisé par le perchlorure d'éthylène).

La résistance opposée au passage de la lumière par le sérum ayant floculé est appréciée de façon exacte au moyen d'un appareil optique photométrique.

La mesure en est exprimée par un rapport d'intensité

lumineuse avant et après absorption. Ce rapport est la « densité optique ». Tout sérum présentant, après l'addition d'une suspension colloïdale de péréthynol — dans des conditions bien déterminées par Vernes — une densité optique supérieure à 3 est considéré comme syphilitique.

Il n'y a aucune corrélation entre l'intensité de l'infection révélée par le photomètre et la gravité de la maladie. Les indices faibles ne correspondent pas forcément à une infection atténuée, et les indices forts à une infection grave. L'intensité est corollaire de la quantité de poison syphilitique déversé dans le sang au moment de l'examen. La gravité, elle, réside avant tout dans l'importance des organes touchés.

Une réaction semblable, basée sur la floculation d'un sérum au contact d'une solution de résorcine, permet d'apprécier l'infection tuberculeuse.

Un indice photométrique supérieur à 30 est en faveur du diagnostic de tuberculose.

Conformément aux notations généralement adoptées, nous considérons :

— comme normales les vitesses de sédimentation inférieures à :

7 pour les hommes,

8 pour les femmes, par la méthode de Westergreen;

et à :

2,25 pour les hommes,

3 pour les femmes, par la méthode de Langer et Schmidt;

— comme sédimentations accélérées, celles respectivement supérieures à ces chiffres.

HOMMES

Sédimentation normale.

N° du malade	L. S.	W. 1 h.	W. 2 h.	W. 24 h.	W/L.S.	C. 10' 600 tours à la minute %	C. 10' 600 tours à la minute mm.	Densité optique au photomètre de Vernes.
77	0,75	1,5	2,5	40	2	6	3	0 (guéri).
34	0,8	2	4	37	2,5	6	3	0 (guéri).
54	0,87	2,5	3,5	30	2,8	6	3	0 (non malade).
50	0,87	3	4	30	3,4	4	2	0 (non malade).
56	0,87	3	4	46	3,4	5	2,5	0 (non malade).
14	0,87	2	3	32	2,2	6	3	0 (guéri)
65	0,87	2	3	46	2,2	6	3	0 (guéri).
60	0,90	2	4,5	40	3,3	7	3,5	0 (guéri).
72	0,90	3	4,5	55	3,3	6	3	0 (non malade).
8	1	2	4	35	2	—	—	0 (au contrôle).
10	1	2	3	30	2	—	—	5 (vieux malade).
70	1	2,5	5	50	2,5	8	4	0 (guéri).
61	1	2	3	38	2	6	3	0 (non malade).
43	1,12	3,5	5,5	59	3,1	8	4	0 (guéri).
19	1,25	2	4	31	1,6	—	—	0 (guéri).
27	1,25	3	5	30	2,4	—	—	16 (vieux malade).
30	1,25	3	5	36	2,4	—	—	0 (guéri).
48	1,25	3	7	45	2,4	6	3	0 (guéri).
52	1,25	4	7	53	3,1	8	4	7 (légèrement +).
66	1,25	3	5	61	2,4	6	3	0 (guéri).
75	1,25	4	10	55	3,1	12	6	0 (non malade).
67	1,2	2,5	4	40	2	6	3	10 (positif).
58	1,37	3	8	69	2,1	6	3	0 (guéri).
47	1,5	4	10	58	2,6	10	5	0 (non malade)
79	1,5	4	8	54	2,6	10	5	0 (guéri).
15	1,5	3	6	42	2	—	—	0 (guéri)
21	1,5	3	4	40	2	—	—	0 (guéri).
37	1,5	3	5	42	2	—	—	0 (revisé).
74	1,75	6	14	55	3	12	6	0 (guéri).
16	1,75	4	8	48	2,2	—	—	13 (positif).
31	1,75	3	5	38	1,7	—	—	0 (guéri).
44	1,75	3,5	7,5	69	2	8	4	0 (au contrôle).
59	1,75	5	8,5	53	2,8	12	6	26 (positif).
20	1,75	5	12	50	2,8	—	—	32 (positif).
38	1,87	5	13	60	2,6	—	—	0 (guéri).
9	1,8	3,5	7	60	1,25	—	—	0 (au contrôle).
55	1,9	5	13	64	2,1	10	5	0 (non malade).
14	2	5,5	15	42	2,75	—	—	0 (guéri).
25	2	4	8	63	2	—	—	0 (guéri).
53	2	6	14	66	3	12	6	0 (guéri).
13	2	4	10	56	2	—	—	0 (guéri).
13	2,12	4,5	8,5	51	2,1	—	—	0 (guéri).
24	2,25	6	13	49	2,6	—	—	0 (guéri).
5	2,25	6	12	68	2,6	—	—	46 (positif).

HOMMES

Sédimentation accélérée.

N° du malade	L. S.	W. 1 h.	W. 2 h.	W. 24 h.	W/L S.	L.	C. 10' %	C. 10' mm.	Densité optique au photomètre de Vernes.
78	2,5	9	24	70	3,6	240'	18	9	0 (gono).
63	2,5	8,5	23	77	3	220'	16	8	0 (vieux malade).
49	2,6	10	30	67	3,8	270'	18	9	0 (pas malade).
73	2,75	10	20,5	63	3,6	270'	13,5	7	8 (positif).
23	2,75	8	19	43	2,9	270'	—		0 (négatif).
11	3,25	10	38	74	2,8	180'	—		0 (maladie de peau).
35	3,75	9	22	77	2,4	240'	—		0 (vieux malade).
32	4	10	21	66	2,5	240'	—		0 (négatif).
33	4	11	24	63	2,7	225'	—		0 (négatif).
18	4,12	12	30	77	2,9	140'	—		38 (positif).
68	4,75	16	35	84	3,8	120'	24	12	0 (anthrax).
26	7,5	30	58	117	4	75'	—		0 (angine de Vincent).
22	10,87	43	85	113	3,9	40'	—		0 (rhumat. art. aigu).

HOMMES

Moyenne des résultats.

L. S.	W. 1 h.	W. 2 h.	W. 24 h.	W/L. S.	L.	C.
0,85	2,55	3,66	39	2,8	—	5,7
1	2,1	3,7	38	2,1	—	7
1,24	3,1	6	47,9	2,5	—	6,6
1,5	3,2	6,1	45	2,1	—	10
1,75	4,3	9,5	53	2,5	—	11,3
1,85	4,5	11	62	2,4	—	10
2,25	6	12,5	58,5	2,66	—	11
2,5	3,75	23,5	73,5	3,8	230'	17
2,7	9,33	23	56	3,4	240'	16
3,6	9,5	30	75,5	2,6	210'	
4,03	11	25	69,3	2,7	201'	
4,75	16	28	84	3,3	120'	20
7,5	30	58	117	4	75'	
10,87	43	85	113	3,9	40'	

Sédimentation normale : W/L S. = 2,1 à 2,8.
Sédimentation accélérée : W/L. S. = 3 puis 4.

FEMMES

N° du malade	L. S.	W. 1 h.	W. 2 h.	W. 24 h.		L.	C. 10' %	C. 10' mm.	Densité optique au photomètre de Vernes.
46	1,25	3,5	6,5	45	2,8	—	8	4	0 (guéri).
44	1,5	3,5	8,5	47	2,3	—	8	4	0 (guéri).
12	2	6	14	55	3	300'	—		0 (au contrôle).
80	2	5	11	60	2,5	360'	12	6	0 (guéri).
57	2,5	8	18	60	3,2	360'	14	7	0 (guéri).
42	2,6	7	20	65	2,6	300'	14	7	0 (guéri).
36	3	7	19	65	2,3	240'	—		7 (légèrement +)
62	3,25	13,5	34	87	3,8	180'	22	11	0 (guéri).
70	3,37	12,5	27	80	3,6	160'	22	11	0 (guéri).
29	3,5	9	30	70	2,5	240'	—		0 (guéri).
45	3,62	9,5	26	74	2,6	160'	—		0 (guéri).
1	4	14	35,5	65	3,5	145'	—		0 (au contrôle).
2	4,25	14	27,5	72	3,2	150'	—		0 (au contrôle).
4	4,6	12	27	82	2,6	180'	—		0 (angine de poitrine).
34	4,75	13	25	84	2,7	150'	—		0 (maladie de peau).
40	9	45	74	114	5	75'	—		0 (cancer).
69	11,5	61	95	118	5,2	35'	—		19 (enceinte de 8 mois et +).

FEMMES

L. S.	Moyennes W. 1 h.	Moyennes W. 2 h.	Moyennes W. 24 h.	W/L. S.	L.	C. 10' 600 tours minute %
1,3	3,5	3,5	7,5	2,6	—	8
2,27	6,25	15,75	60	2,7	305'	13,3
3,62	10,3	27,2	75	2,8	196'	22
4,37	13,35	28,75	75	3	156'	
9	45	74	114	5	75'	
11,5	61	95	118	5,2	35'	48

Des valeurs numériques de V. S. G. qui précèdent, on peut déduire :

1° Que la V. S. G. normale, mesurée par la méthode de Westergreen, après une heure, varie :

chez l'homme, de 2 à 7;

chez la femme, de 3,5 à 8;

2° Que la V. S. G. normale, mesurée par la méthode de Langer et Schmidt, varie :

chez l'homme, de 0,8 à 2,25,
chez la femme, de 1,25 à 3;

3° Que le rapport $\frac{\text{V. S. G. par la méthode W.}}{\text{V. S. G. par la méthode L. S.}}$ varie :

chez l'homme :

— dans les sédimentations normales : de 2,1 à 2,8;
— dans les sédimentations accélérées : de 3 à 4;

chez la femme :

— dans les sédimentations normales : de 2,6 à 2,7;
— dans les sédimentations accélérées : de 3 à 5.

En ce qui concerne la comparaison de la méthode de Linzenmeyer et de la méthode de Westergreen, on voit, par les chiffres du tableau suivant, que nos résultats personnels concordent sensiblement avec ceux de Grimberg.

Résultats de Grimberg :			Résultats personnels :			
W.	L.		Hommes		Femmes	
	Hommes	Femmes	W	L.	W.	L.
2	800'	700'	8.75	230'	6.25	305'
4	450'	400'	9.33	240'	10,3	196'
6	350'	300'	9,5	210'	13.25	156'
8	275'	225'	11	201'	—	—
10	225'	175'	16	120'	—	—
12	175'	150'	30	75'	45	75'
15	135'	115'	43	40'	61	35'
20	100'	85'				
30	70'	60'				
40	50'	45'				
50	35'					
70	20'					
90	15'					
110	10'					

Comparaison de la méthode par centrifugation et de la méthode de Westergreen.

Si l'on exprime en pourcentage la V. S. G. dans l'une et dans l'autre méthode :

$$V = \frac{H_2 \times 100}{H_T}$$

H_T représentant la hauteur totale de la colonne sanguine;
H_2 la hauteur du plasma au bout d'une heure par la méthode de Westergreen, et, au bout de dix minutes, par la méthode par centrifugation;

On obtient les chiffres suivants :

Sangs à sédimentation normale.				Sangs à légère accélération.			
Centrifugation H_2 après 10'.		W. H_2 après 1 h.		C.		W.	
mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%
4	8	3,5	1,75	7	14	8	4
7	14	7	3,5	7	14	10	4
4	8	3,5	1,75	7	14	8,5	4,25
4	8	3,5	1,75	8	16	9	4,5
3	6	3	1,5	9	18	10	5
4	8	4	2	11	22	12,5	6,25
5	12	6	3	11	22	13,5	6,75
2,5	5	3	1,5	12	24	14	7
3	6	3	1,5	20	48	61	30.5
6	12	5	2,5				
3	6	2	1				
3	6	3	1	% W. = % $\frac{C}{3}$			
2,75	6	3	1,5				
3	5, 5	2,5	1,25	puis $\frac{C}{2}$ dans les fortes accélérations.			
6	6	3	1,5				
7	12	4	2				
6	14	5	2,5				
	12	5	2,5				
	% W = % $\frac{C}{4}$						

De ces chiffres, nous croyons pouvoir déduire les conclusions suivantes :

Quand la V. S. est normale, si on lit la hauteur du plasma

au bout de dix minutes, dans la méthode par centrifugation, on trouve les mêmes résultats que ceux donnés par la méthode de Westergreen, à 1 millimètre près en plus ou en moins.

Si l'on calcule en pourcentage de chute, le rapport des pourcentages fournis par la méthode de Westergreen et par la méthode de centrifugation diminue à mesure que la vitesse de sédimentation augmente.

Comme on devait s'y attendre, la sédimentation s'accélère plus vite dans la méthode de Westergreen que dans la méthode par centrifugation, la hauteur de la colonne de sang dans cette dernière étant beaucoup plus petite.

Comparaison de la méthode par centrifugation et de la méthode de Langer et Schmidt.

Sédimentation normale.				Légère accélération.			
L. S.	C.		C./L. S.	L. S.	C.		C./L. S.
mm.	mm.	%	mm.	mm.	mm.	%	mm.
0,8	2,5	5	3,1	2,5	7	14	2,8
0,8	3	6	3,1	2,5	7	14	2,8
0,8	3	6	3,1	2,6	8	16	3
0,8	3,5	7	3,8	2,6	9	18	2,5
0,9	4	8	4,4	3,6	9	18	2,5
1	3	6	3	3,8	11	22	2,8
1	3	6	3	3,25	11	22	3,2
1	3	6	3	4,75	12	24	2,5
1,12	4	8	3,5	11	24	48	2,5
1,12	5	10	4,4				
1,25	3	6	2,4				
1,25	4	8	3,2				
1,25	5	10	4				
1,25	6	12	4				
1,5	4	8	2,6				
1,5	3	6	2				
1,5	6	12	4				
2,25	7	14	3,1				

Si la vitesse de sédimentation est normale, le rapport C/LS varie de 3 à 4.

Si la vitesse de sédimentation augmente, le rapport C/LS tend à diminuer, et s'abaisse à 2,5.

VIII

SEDIMENTATION DU SANG CONSERVE

La transfusion du sang, qui a rendu tant de services pendant la guerre, est devenue très courante. Mais si le manuel opératoire apparaît maintenant très simplifié, il n'en nécessite pas moins la présence d'un donneur, soit universel, soit de la même formule sanguine, que le malade à secourir.

Si cela est facile dans les villes, où il existe des donneurs spécialisés, tant pour les hôpitaux que pour les particuliers, il n'en est pas de même dans les petites villes ou à la campagne.

On a cherché depuis plusieurs années à conserver le sang normal assez longtemps pour le transporter à distance, et remplacer ainsi un donneur. Plusieurs expérimentateurs y sont parvenus :

Judine en Russie,
Teuconi-Palazzo en Argentine,
Jeanneney et ses élèves en France.

Judine emploie du sang de cadavre, prélevé six jours au plus après la mort, par la veine jugulaire. Il le mélange immédiatement à une solution de citrate de soude. Il l'utilise soit dans les heures qui suivent, soit conservé à la glacière dans un délai de vingt jours. Mais il y a eu des accidents. Ce procédé n'a pas été utilisé en France.

Au printemps 1934, Teuconi et Palazzo, à Buenos-Ayres, le Professeur Jeanneney, à Bordeaux, firent connaître un procédé beaucoup plus simple, et surtout plus facilement acceptable : la transfusion du sang conservé.

Récolte : Appareil de Jeanneney, Servantie, Viéroz.

Elle se fait dans des ballons de verre Pyrex de 300 cm³, munis d'une tubulure latéro-supérieure stérilisée à l'autoclave, le col et la tubulure obturés avec du coton cardé. On adapte sur le col un bouchon perforé de deux orifices : dans l'un passe un tube en Y, dans l'autre, un tube de verre coudé. De ce tube part un autre tube de caoutchouc, permettant de réaliser dans le ballon, dont on ferme provisoirement la tubulure latérale, un vide partiel par aspiration buccale; l'une des branches du tube en Y est reliée à l'aiguille qui ponctionnera le donneur par un tube de gomme très court (15 cm.).

L'autre branche est en relation, par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc rigide, avec un réservoir de 25 cm³ de volume, destiné à recevoir la solution de citrate de soude. Le citrate, grâce à une vis de réglage située dans le tube rigide, s'écoulera goutte à goutte à mesure de l'arrivée du sang.

L'aspiration buccale permet d'utiliser une aiguille de faible diamètre (12/10 mm.).

Elle assure, d'autre part, une récolte rapide. Au moment de recueillir le sang, on place dans le réservoir supérieur 20 cm³ de solution de citrate de soude à 5 p. 100. Une petite quantité d'anticoagulant a été mise au contact des parois de l'aiguille et du tube d'adduction du sang. On ponctionne la veine du donneur après avoir réglé en goutte à goutte la solution citratée. Pendant la durée de la prise de sang, on imprime au ballon de petits mouvements d'agitation. En cinq minutes, 250 cm³ de sang sont recueillis. Laissant dans la veine du donneur l'aiguille et la portion du tube qui l'unit au tube en Y, on prélève la petite quantité de sang nécessaire pour pratiquer les réactions de Bordet-Wassermann, de Kahn et de Meinicke, et, si besoin est, la recherche des hématozoaires du paludisme.

Le bouchon obturant le col du ballon est alors enlevé, flambage du col, nouvelle obturation au coton cardé. La tubulure latéro-supérieure est recouverte d'un tube à hémolyse qui, joint au petit bouchon de coton, en obturant la lumière,

assure une protection très suffisante. Etiqueter. Conserver à la glacière : température, + 2° C.

A cette température, la vie cellulaire est considérablement ralentie. Chez l'homme, le temps de conservation n'a pas

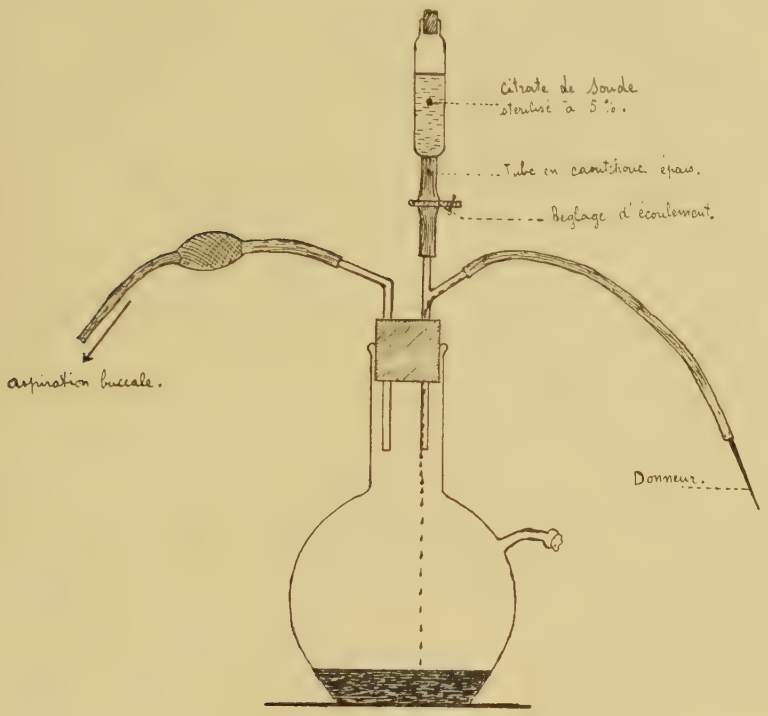

Fig. 6. — Récolte du sang.

excédé dix-huit jours. Chez le chien, au bout d'un mois, le sang n'est pas toxique.

Transfusion. — Pas de transvasement. Transporter le ballon dans une glacière. Au lit du malade, réchauffer le sang à 39° au bain-marie. A ce moment, sur la tubulure latéro-supérieure du ballon, démunie du tube à hémolyse et du bouchon de coton, est adapté un tube de caoutchouc, dont l'extrémité supérieure possède un embout. Sur ce trajet est intercalé un filtre, dont la partie active est une toile de soie à mailles fines. Une pince de Mohr est placée en aval du

filtre et réglera le débit. Au bout de dix minutes, le contenu du ballon est à 39° C.; il est placé dans un porte-ballon spécial, qui permettra au récipient d'exécuter un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal. Le porte-ballon est suspendu à 1 mètre environ au-dessus du plan du lit. Un aide tient l'extrémité inférieure du tube de caoutchouc dans une compresse stérile, et purge l'appareil de l'air qu'il contient. L'opérateur ponctionne alors la veine du malade avec une aiguille de 12/10 millimètres. Il adapte l'embout à l'aiguille. Il ne reste qu'à régler le débit de la transfusion, qui s'effectue, dès lors, comme une injection intraveineuse de sérum physiologique.

Propriétés. — « Macroscopiquement, les hématies se sédimentent peu à peu. Elles se déposent en une couche rouge au fond du flacon; au-dessus d'elles, les globules blancs constituent une couche grisâtre, enfin le sérum et le milieu de dilution occupent le reste du récipient.

» Microscopiquement, on voit souvent les hématies s'accoler en pile et se contracter; il est exceptionnel de voir apparaître de la fragilité globulaire; une très discrète hémolyse s'observe alors.

» Biologiquement, la capacité respiratoire des hématies semble ne pas varier pendant les dix jours qui suivent la récolte du sang. Seule la résistance globulaire paraît diminuée au cours de la conservation. Il semble également que la glycémie diminue légèrement tandis que le taux de l'acide urique augmente. Enfin le groupe sanguin reste invariable.

» En résumé, le sang conservé garde tous les caractères du sang vivant, ses modifications sont insignifiantes et la clinique comme l'expérimentation démontrent qu'il peut être utilisé sans danger. » (Professeur Jeanneney.)

Nous avons cherché comment varie la sédimentation avec le temps. Nous avons prélevé dans nos deux premières séries d'expériences (8 sangs) le sang dans des ballons de 25 cm^3 stérilisés, dans lesquels nous avons ajouté 2 cm^3 de solution de citrate de soude à 5 p. 100 stérilisé en ampoules scellées.

Nous avons mesuré les vitesses de sédimentation en prenant chaque fois du sang dans un nouveau ballon. Nous nous sommes assuré d'opérer toujours à la même température afin d'avoir des résultats comparables. Pour cela, nous avons placé notre ballon de sang sortant de la glacière dans un bain-marie dans lequel nous avons placé également un ballon de 25 cm³ d'eau distillée ayant séjourné lui aussi dans la glacière. Nous avons placé un thermomètre dans ce dernier ballon, et quand nous avons obtenu une température égale à 20°, nous avons commencé nos sédimentations, car le ballon de sang placé dans les mêmes conditions que le ballon d'eau est bien à cette même température. Nous avons fait les deux dernières expériences avec du sang provenant de donneurs, recueilli par ponction veineuse au pli du coude dans le ballon spécial décrit plus haut, suivant la technique du Professeur Jeanneney, puis réparti dans des ballons stérilisés de 25 cm³ portés ensuite à la glacière.

Sédimentation du sang conservé.

	Sang I	Sang II	Sang III	Sang IV	Rapport avec V. S. sang frais.
PREMIÈRE SÉRIE.					
Méthode de Langer et Schmidt.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	
Sang frais.....	1,5	1,6	2,5	1,75	
Conservé 4 jours....	0,9	1	1.62	1.12	1,5 à 1,6 fois.
Conservé 9 jours...	0,67	0,67	1,12	0.8	2,1 à 2,2 fois.
Conservé 15 jours....	0,5	0.5	0,5	0,5	3 à 5 fois.
Méthode de Westergreen.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	
Sang frais.....	4	6	9	5	
Conservé 4 jours....	2,5	3.5	5	3,5	1,4 à 1,8.
Conservé 9 jours....	2	3	4	2,5	2 à 2,2 fois.
Conservé 15 jours....	1,5	1,5	1.5	1,5	2,6 à 6.
Méthode par centrifugation.					
	%	%	%	%	
Sang frais.....	11	12	16	12	
Conservé 4 jours....	9	10	12	10	1,2 à 1,3.
Conservé 9 jours....	6	8	8	6	1,5 à 2 fois.
Conservé 15 jours....	4	4	4	4	2,7 à 4 fois.

DEUXIÈME SÉRIE.

Méthode de Langer et Schmidt.

	mm.	mm.	mm.	mm.	
Sang frais.....	3.25	1	5,75	3.12	
Conservé 4 jours....	2,25	0,87	5,25	2,5	1,09 à 1,4.
Conservé 9 jours....	1,25	0,5	2,5	1,5	2 à 2,3.
Conservé 15 jours....	0,75	0,25	2	1	2,87 à 4,3.

Méthode de Westergreen.

	mm.	mm.	mm.	mm.	
Sang frais.....	9	3,5	18	7,5	
Conservé 4 jours....	6	3	16	7	1,06 à 1,5.
Conservé 9 jours....	3,5	1,5	8	3,5	2,1 à 2,5.
Conservé 15 jours....	2	1	6	3	2,5 à 4,5.

Méthode par centrifugation.

	%	%	%	%	
Sang frais.....	18	10	28	16	
Conservé 4 jours....	14	8	22	14	1,1 à 1,2.
Conservé 9 jours....	8	5	12	8	2 à 2,4.
Conservé 15 jours....	5	2	10	6	2,66 à 5.

Sang de Donneur n° 1.

	mm.	mm.	mm.	%
Sang frais.....	L. S. = 0,87	W = 2	C = 3	6
Conservé :				
3 jours.....	0,75	1,75	2,75	5,5
7 jours.....	0,5	1,5	2	4
14 jours.....	0,37	1	1,5	3
17 jours.....	0,30	0,75	1,25	2,5
21 jours.....	0,25	0,5	1	2
28 jours.....	à peine visible	à peine visible	0,75	1,5
35 jours.....	à peine visible	à peine visible	0,5	1

Sang de Donneur n° 2.

Sang frais.....	L. S. = 1,5	W = 3,5	C = 5	10
Conservé :				
3 jours.....	1,25	3	4	8
7 jours.....	1	2,5	3 5	7
14 jours.....	0,63	1,5	2 5	5
21 jours.....	0,42	1	1 75	3,5
35 jours.....	0,25	0,75	1	2

Des tableaux qui précèdent nous croyons pouvoir déduire que la vitesse de sédimentation diminue avec la durée de la conservation du sang citraté.

CONCLUSIONS

La méthode de Linzenmeyer est une méthode beaucoup trop longue. Elle nécessite une surveillance constante. La plupart des auteurs sont unanimes à le reconnaître. C'est une méthode qui est à peu près complètement délaissée.

Au contraire, la méthode de Westergreen est presque universellement adoptée. C'est une méthode simple, susceptible de donner des résultats suffisants au bout d'une heure.

La microméthode de Langer et Schmidt paraît encore plus simple, car elle ne demande que quelques gouttes de sang, ce qui est très intéressant dans les cas où il faut renouveler souvent les expériences pour établir une courbe et quand la ponction veineuse ne peut être aussi souvent renouvelée, chez des enfants par exemple.

Pour faire la piqûre, il suffit d'un matériel tout à fait rudimentaire : une simple vaccinostyle stérilisé par flambage.

La colonne de sang étant moins grande, les variations de la V. S. sont aussi moindres que celles fournies par la méthode de Westergreen. Cependant le phénomène reste suffisamment marqué.

Si nous comparons les chiffres fournis par la méthode de Westergreen et ceux fournis par la microméthode de Langer et Schmidt pour les cas normaux (L. S. de 0,8 à 3) (W. de 2 à 8), les résultats par le Langer et Schmidt sont toujours inférieurs à ceux de W., le rapport variant de 2 à 3.

Au fur et à mesure que la vitesse de sédimentation s'accélère, elle augmente plus vite dans la méthode de Westergreen que dans la mocrométhode.

Le rapport devient alors supérieur : à 3 pour des accélérations moyennes (W. 10 à 30 et L. S. 4 à 7,5), puis à 4 et 5 dans les sédimentations très rapides. Cela tient à la différence de hauteur des colonnes de sang mises en observation : W. = 200 mm.; L. S. = 43 mm., la vitesse de sédimentation s'accélérant davantage dans les grandes colonnes, dans lesquelles les globules évoluent plus librement.

Nous aurons donc :

a étant la V. S. par L. S.;
b étant la V. S. par W,

1° si la V. S. est normale :

$$b = a \times 2 \text{ ou } a \times 3;$$

2° si la V. S. est moyennement accélérée :

$$3a < b < 4a;$$

3° si la V. S. est très accélérée :

$$b > 5\ a.$$

La méthode par centrifugation nous paraît intéressante, car elle donne les résultats en dix minutes.

Si on emploie le mode de lecture utilisé dans les méthodes de Westergreen et de Langer et Schmidt, c'est-à-dire si on lit la hauteur du plasma au bout de dix minutes, en opérant toujours sur des colonnes de sang de même hauteur, on voit que les chiffres fournis par la méthode par centrifugation sont à peu près semblables à ceux donnés par la méthode de Westergreen pour des sédimentations normales. Si la sédimentation s'accélère, les chiffres donnés par le Westergreen sont plus élevés.

Nous avons trouvé un rapport allant de 1,1 à 2,5 pour les sangs que nous avons expérimentés.

Au contraire, le rapport centrifugation Langer et Schmidt égal à 3 à 4 pour une sédimentation normale, tend à diminuer jusqu'à 2,5 si la V. S. s'accélère.

En ce qui concerne la densité optique, les résultats que nous avons obtenus sur les sangs des nombreux sujets que nous avons examinés ne nous ont pas permis d'établir aucune relation entre la valeur de la densité optique et la vitesse de sédimentation globulaire.

Sédimentométrie du sang conservé.

Dans les premiers jours de sa conservation à la glacière, le sang a une vitesse de sédimentation légèrement diminuée. Cette diminution croît avec la durée de la conservation. Au bout de vingt jours, la vitesse de sédimentation est considérablement ralentie; elle devient presque nulle. Ces résultats de nos expériences sont favorables à l'emploi du sang conservé dans les transfusions sanguines suivant les indications de M. le Professeur Jeanneney.

Vu : *Le Doyen,*
PIERRE MAURIAC.

Vu, bon a imprimer :
Le Doyen,
C. SIGALAS.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 13 juillet 1937.
Le Recteur de l'Académie,
A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

Achard (Ch.), Codounis et Hadjigeorges. — Recherches sur le mécanisme de la S. G. *Arch. des mal. du cœur*, n° 11, nov. 1931, p. 657.

Achard (Ch.), Lévy (J.), Guthmann (G.). — Sur la microsédimentation des globules rouges. *Le Sang*, n° 6, 1933.

Balakowsky. — Le sédiotassomètre. *Presse médicale*, 11 nov. 1925.

Barbier et Piquet. — Recherches sur la V. S. en pratique médicale; nouvelle technique donnant des résultats en dix minutes. *Clinique et Laboratoire*, n° 4, 20 avril 1936.

Bernou. — Contribution à l'étude du rôle de la viscosité sanguine dans la S. G. Thèse de pharmacie, Paris, 1935.

Bouchard-Potocki. — Contribution à l'étude de la S. G. *Journ d'urol. méd. et chir.*, t. XXXIX, n° 1, janv. 1935.

Brahme. — Une réaction de sédimentation pathologique dans le rhumatisme articulaire aigu peut-elle être un guide pour permettre le lever. *Acta medica Scand.*, t. LXXXVIII, n^{os} 5 et 6, 27 mai 1936, p. 565-585.

Brodin (P.) et Aubin (A.). — Recherches sur le clinisme sérique des éléments figurés du sang et la V. S. des hématies chez le vieillard. *Presse médicale*, n° 34, 28 avril 1937, p. 641.

Buerker. — La V. S. des globules rouges; moyen de diagnostic. *Arch. des mal. du cœur*, 1923, p. 537.

Cabanis. — Contribution à l'étude de la sédimentation sanguine (état actuel de la réaction, nécessité de standardiser, techniques). Thèse médicale, Paris, 1926.

Carrière et Huriez. — Quelques propriétés physiques du sang des hypertendus. *Bulletin médical*, 7 mars 1936, t. I, p. 155.

Castex et Steingart. — Rapport entre érythrosédimentation et le nombre des hématies. *C. R. de la Soc. de biol.*, 1932, p. 327.

Cipriani et Rohecchi (A.). — Polyarthrites chroniques primaires et secondaires; étude sur la V. S. et sur quelques examens biochimiques. *Minerva Medica*, t. II, n° 40, p. 1932.

Claude. — S. S. et coagulation du sang. Thèse médicale, Paris, 1908.

Claude, Lévy, Valensi, Lamache et Daussy. — Influences des toxiques sur la V. S. G. *C. R. de la Soc. de biol.*, 1927, t. I, p. 1292.

Cordier et Chaix. — La V. S. au cours de la tuberculose pulmonaire. *Lyon médical*, 14 sept. 1924.

Cutler et Coton. — Test de la S. S. Méthodes pratiques dans les dispensaires antituberculeux. *Arch. des mal. du cœur*, 1932, p. 263.

Dervillée, Dubarry. — Sur la valeur du test de S. S. au cours des intoxications en médecine légale. *Gaz. hebd. des sc. méd.*, 20 déc. 1936.

Debenedetti et Huriez. — Aspect radiologique et test biologique. *Presse médicale*, 29 avril 1936.

Dubarry. — Réaction de la sédimentation des hématies en clinique. Thèse médicale, Bordeaux, 1934.

— Contrôle du donneur par la R. S. des hématies. *Gaz. hebd. des sc. méd.*, n° 24, juin 1934.

Edhen. — Nouvelles techniques de recherche de V. S. *Bull. et mém. de la Soc. méd. des hôp. de Paris*, t. XLVII, 15 juin 1931, p. 984.

Finot. — La transfusion à distance par le sang conservé. *Rev. thérapeut. des alcaloïdes*, n° 1, janv. 1937, p. 21.

Forster (E.). — A propos de la technique et de l'appréciation des résultats de la R. S. *Rev. des progrès thérapeut.*, n° 11, nov. 1936, p. 227.

Fourcade. — Contribution à l'étude de la S. H. dans la tuberculose pulmonaire. Thèse médicale, Bordeaux, 1928.

Gardère et Lainé. — La S. G. dans la tuberculose pulmonaire. *Paris médical*, janv. 1925.

Gaté et Chevat. — Sédimentation des hématies dans la syphilis. *Presse médicale*, 11 janv. 1936.

Gessner. — L'analyse mécanique, tamisage, sédimentation, lévigation. Traduit par Buffle, Dunod, Paris, 1936.

Gilbert et Tzanck. — Etude sur la sédimentation globulaire. *C. R. de la Soc. de biol.*, 1923, p. 273.

Grimbert. — L'épreuve de la S. G. *Gaz. des hôp.*, 16 déc. 1924, p. 1670.

Grosfogel-Latzka (Mme). — Contribution à l'étude de la S. G. R.: application à l'étude des effets de la cure de Vichy Thèse médicale, Strasbourg, 1927.

Hirschfeld et Hittmair (Anton). — Hematologie. *Handbuch der Allgemeinen*, Band I, Zweite Hälfte, 1933, Urban et Swarzenberg, p. 1269.

Jaffry. — Contribution à l'étude de la sédimentation des hématies dans les maladies infectieuses. Thèse médicale, Bordeaux, 1928.

Jeanneney. — La transfusion sang conservé. *Progrès médical*, n° 46, 14 nov. 1936, p. 1761.

Jeanneney, Julien-Viéroz. — Transfusion sanguine avec sang conservé de six à quinze jours. *Bordeaux chirurgical*, oct. 1934.

Jeanneney, Servantie, Jullien-Viéroz. — *Journ. de méd. de Bordeaux*, 14 mai 1934.

Jolly. — *Traité d'hématologie*, 1923.

Josephkowitz et Turiez. — Accélération pendant la période digestive. *Minerva Medica*, t. XL, 1927.

Jullien-Viéroz. — La transfusion du sang conservé. Thèse médicale Bordeaux, 1934.

Kaminski. — Variation de la S. des G. R. *Presse médicale*, 1er janv. 1936.

Langeron. — *Précis de microscopie*. Masson, 1921.

Linzenmeyer. — Sur une méthode de sédimentation des hématies. *Arch. des mal. du cœur*, 1923.

Michalski. — Réaction de B.-W. S. H. et image morphologique du sang au cours des empoisonnements par corrosifs. *Le Sang*, n° 8, 1936.

Pagne (W.). — Rhumatisme articulaire aigu et sédimentation sanguine. *The Lancet*, t. CCXXII, n° 5654, 9 janv. 1932.

Peyre. — Etude sur S. G. (rôle des concentrations différentes des liquides anticoagulants sur phénomènes observés). *Gaz. des hôp.*, 1924, p. 549.

Piéchaud, Guibert et Bentegeat. — Les bases de l'hématologie au cours de la tuberculose pulmonaire. *Gaz. méd. du Sud-Ouest*, 1er janv. 1934.

Popper et Kreindler. — Vittes de sédimentation des H. *Ann. de méd.*, t. XVII, p. 57, 1925.

Raponski. — La sédimentation sanguine. Phénomène colloïdal. Nouvelle technique de microsédimentation. Thèse médicale, Lyon, 1934.

— Nouvelle technique de microsédimentation sanguine. *Lyon médical*, nos 26, 27, 1er et 8 juill. 1934; n° 32, 12 août 1934; *Paris médical*, août 1935; *Gaz. des hôp.*, 10 et 30 oct. 1934.

Roger et Binet. — Influence de la respiration sur V. S. *C. R. de la Soc. de biol.*, 24 oct. 1925, p. 1002.

Rousseaux et Bertrand. — Etude sur le mécanisme du phénomène de la S. G. *Arch. des mal. du cœur*, n° 5, mai 1932.

— Influence du cycle menstruel sur la sédimentation des hématies. *Rev. franç. d'endocrinol.*, 1932, p. 362.

Routier et Thiroloix. — Sédimentation des hématies au cours des poussées évolutives des cardiopathies rhumatismales. *Gaz. méd. de France*, 15 juill. 1932.

Sabrazès. — Sédimentation globulaire; nécessité d'uniformiser les techniques. *Gaz. méd. de Bordeaux*, 21 mai 1933.

Sabrazès, Pauzat et Laubie. — Résultat de la sédimentation des hématies chez tuberculeux. *C. R. de la Soc. anat.-clin. de Bordeaux*, in *Journ. de méd. de Bordeaux*, 25 avril 1926.

Séhabiague. — La sédimentation, valeur pronostique dans le traitement de la tuberculose pulmonaire. Thèse médicale Bordeaux, 1937.

Simonpiétri. — La réaction S. G. dans le sang citraté au point de vue clinique. Thèse médicale Montpellier, 1924.

Stilmunkes. — Surveillance des donneurs de sang. *Bull. de la Soc. de méd. de Paris*, n° 14, séance 26 oct. 1935.

Stilmunkes et Costes. — La S. G. dans la pneumonie. *Le Sang*, t. IX, n° 7, 1935, p. 735.

Tapie. — Sédimentation des hématies. *R. M. C.*, t. IX, supplément.

Valtis. — Sédimentation des globules rouges. *Le Sang*, t. I, 1932, p. 87.

Vassilesco. — Sédimentation des hématies dans les affections cardio-vasculaires. *Le Sang*, 1933, p. 565.

Weil. — Valeur de la réaction de la S. G. dans les états cancéreux. Thèse médicale Paris 1934.

20319. — Bordeaux, Imp. Cnetrale Delmas, 6, pl. St.-Christoly. — 1937.